

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/023699

International filing date: 19 December 2005 (19.12.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-372775
Filing date: 24 December 2004 (24.12.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 30 January 2006 (30.01.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 2 月 2 4 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 7 2 7 7 5

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 3 7 2 7 7 5
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 株式会社リコー

2 0 0 6 年 1 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	200414429
【提出日】	平成16年12月24日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H01L 21/8247 H01L 29/788
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
【氏名】	吉田 雅昭
【特許出願人】	
【識別番号】	000006747
【氏名又は名称】	株式会社リコー
【代理人】	
【識別番号】	100085464
【弁理士】	
【氏名又は名称】	野口 繁雄
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	037017
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9808801

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

半導体基板上に形成されたメモリゲート酸化膜と前記メモリゲート酸化膜上に形成された電氣的に浮遊状態のポリシリコンからなる浮遊ゲートをもつMOSトランジスタからなるメモリトランジスタと、

前記半導体基板上に形成された選択ゲート酸化膜と前記選択ゲート酸化膜上に形成されたポリシリコンからなる選択ゲートをもち、前記メモリトランジスタに直列に接続されたMOSトランジスタからなる選択トランジスタを備えた不揮発性メモリセルと、

前記半導体基板上に形成された周辺回路ゲート酸化膜と前記周辺回路ゲート酸化膜上に形成されたポリシリコンからなる周辺回路ゲートをもつMOSトランジスタからなる周辺回路トランジスタを備え、

前記メモリゲート酸化膜の膜厚は前記周辺回路ゲート酸化膜の膜厚よりも薄く形成されている半導体装置。

【請求項 2】

前記メモリトランジスタ及び前記選択トランジスタはPMOSトランジスタである請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記選択ゲート酸化膜の膜厚は前記メモリゲート酸化膜の膜厚と同じである請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記選択ゲート酸化膜の膜厚は前記周辺回路ゲート酸化膜の膜厚と同じである請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記半導体基板上に絶縁膜を介して形成されたポリシリコンからなる下部電極と、前記下部電極上にキャパシタ絶縁膜を介して形成されたポリシリコンからなる上部電極をもつキャパシタをさらに備え、

前記浮遊ゲートは前記下部電極と同じポリシリコン層から形成されたものであり、前記浮遊ゲートの上面及び側面に前記キャパシタ絶縁膜が形成されている請求項 1 から 4 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記周辺回路ゲートは前記上部電極と同じポリシリコン層から形成されたものである請求項 5 に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記選択ゲートは前記浮遊ゲート及び前記下部電極と同じポリシリコン層から形成されたものである請求項 5 又は 6 に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記選択ゲートは前記周辺回路ゲート及び前記上部電極と同じポリシリコン層から形成されたものである請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 9】

2 個以上の抵抗素子による分割によって電圧出力を得、ヒューズ素子の切断によって電圧出力を調整できる分割抵抗回路を備えた半導体装置において、

前記分割抵抗回路は、直列に接続された複数の抵抗値調整用抵抗素子と、前記ヒューズ素子として前記抵抗値調整用抵抗素子に対応して並列に接続された複数のヒューズ用MOSトランジスタと、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の前記不揮発性メモリセル及び前記周辺回路トランジスタと、前記不揮発性メモリセルの記憶状態に応じて前記ヒューズ用MOSトランジスタのオンとオフを切り替えるための読出し回路を備え、

前記ヒューズ用MOSトランジスタもしくは前記読出し回路を構成するMOSトランジスタ又はその両方が前記周辺回路トランジスタにより構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 10】

入力電圧を分割して分割電圧を供給するための分割抵抗回路と、基準電圧を供給するための基準電圧発生回路と、前記分割抵抗回路からの分割電圧と前記基準電圧発生回路からの基準電圧を比較するための比較回路をもつ電圧検出回路を備えた半導体装置において、

前記分割抵抗回路として請求項 9 に記載の分割抵抗回路を備えていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 11】

入力電圧の出力を制御する出力ドライバと、出力電圧を分割して分割電圧を供給するための分割抵抗回路と、基準電圧を供給するための基準電圧発生回路と、前記分割抵抗回路からの分割電圧と前記基準電圧発生回路からの基準電圧を比較し、比較結果に応じて前記出力ドライバの動作を制御するための比較回路をもつ定電圧発生回路を備えた半導体装置において、

前記分割抵抗回路として請求項 9 に記載の分割抵抗回路を備えていることを特徴とする半導体装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【技術分野】

【０００１】

本発明は、浮遊ゲートをもつ不揮発性メモリセルと、ロジック回路などの周辺回路を備えた半導体装置に関するものである。このような半導体装置は、例えば分割抵抗回路や電圧検出回路、定電圧発生回路などを備えた半導体装置に適用される。

【背景技術】

【０００２】

ＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）と称される不揮発性メモリの種類としては、使用ゲート数で大きく分けて、１層ゲート型と２層ゲート型の２種類がある。１層ゲート型としては、例えば特許文献１や特許文献２に記載の技術があり、２層ゲート型としては例えば特許文献３に記載の技術がある。

【０００３】

図１３に従来例として１層ゲート型の不揮発性メモリの平面図を示す。

P型の半導体基板（P基板）１０１に、N型拡散層１０３，１０５，１０７と、N型拡散層からなる制御ゲート１０９が形成されている。N型拡散層１０３と１０５は間隔をもって形成され、N型拡散層１０５と１０７は間隔をもって形成されている。

N型拡散層１０３と１０５の間の領域を含むP基板１０１上に、N型拡散層１０３及び１０５と一部重複して、ゲート酸化膜（図示は省略）を介して、ポリシリコン膜からなる選択ゲート１１１が形成されている。

【０００４】

N型拡散層１０５と１０７の間の領域を含むP基板１０１上及び制御ゲート１０９上に連続して、シリコン酸化膜（図示は省略）を介してポリシリコン膜からなる浮遊ゲート１１３が形成されている。N型拡散層１０５及び１０７付近の領域では浮遊ゲート１１３はメモリゲート酸化膜を介してN型拡散層１０５及び１０７と一部重複して配置されている。

【０００５】

この１層ゲート型の不揮発性メモリの書込み、すなわち浮遊ゲート１１３への電子の注入を行なう場合、N型拡散層１０３を０V（ボルト）、N型拡散層１０７を所定の電位 V_{pp} に設定し、制御ゲート１０９と選択ゲート１１１に所定の電位 V_{pp} を印加することによって行なわれる。これにより、N型拡散層１０３，１０５及び選択ゲート１１１により構成されるトランジスタがオンし、電子がN型拡散層１０５からメモリゲート酸化膜を介して浮遊ゲート１１３に注入される。

【０００６】

この１層ゲート型の不揮発性メモリの消去、すなわち浮遊ゲート１１３から電子の放出を行なう場合、制御ゲート１０９を０V、N型拡散層１０７をオープンに設定し、N型拡散層１０３と選択ゲート１１１に所定の電位 V_{pp} を印加することによって行なわれる。これにより、N型拡散層１０３，１０５及び選択ゲート１１１により構成されるトランジスタがオンし、トンネル効果によって浮遊ゲート１１３に注入されている電子がメモリゲート酸化膜を介してN型拡散層１０５に引き抜かれる。

【０００７】

図１４に従来例として２層ゲート型の不揮発性メモリの断面図を示す。

P基板１０１にN型拡散層１１７と１１９が間隔をもって形成されている。N型拡散層１１７と１１９の間のP基板１０１上に、N型拡散層１１７及び１１９と一部重複して、メモリゲート酸化膜１２１を介して、ポリシリコン膜からなる浮遊ゲート１２３が形成されている。浮遊ゲート１２３上に、シリコン酸化膜１２５を介して、ポリシリコン膜からなる制御ゲート１２７が形成されている。

【０００８】

この２層ゲート型の不揮発性メモリの書込み、すなわち浮遊ゲート１２３への電子の注

入を行なう場合、N型拡散層119を0V、N型拡散層117を所定の電位 V_{pp} に設定し、制御ゲート127に所定の電位 V_{pp} を印加することによって行なわれる。これにより、電子がN型拡散層119からメモリゲート酸化膜121を介して浮遊ゲート123に注入される。

【0009】

この2層ゲート型の不揮発性メモリの消去、すなわち浮遊ゲート123から電子の放出を行なう場合、制御ゲート127を0V、N型拡散層117をオープンに設定し、N型拡散層119に所定の電位 V_{pp} を印加することによって行なわれる。これにより、トンネル効果によって浮遊ゲート123に注入されている電子がメモリゲート酸化膜121を介してN型拡散層119に引き抜かれる。

【0010】

また、不揮発性メモリセルとして、制御ゲートを備えていないものが知られている（例えば、特許文献4及び特許文献5を参照。）。

図15に制御ゲートを備えていない不揮発性メモリの（A）平面図及び（B）断面図を示す。図13、図14と同じ機能を果たす部分には同じ符号を付す。

【0011】

P基板101に、N型拡散層103、105、107が形成されている。N型拡散層103と105は間隔をもって形成され、N型拡散層105と107は間隔をもって形成されている。

N型拡散層103と105の間の領域を含むP基板101上に、N型拡散層103及び105と一部重複して、ゲート酸化膜129を介して、ポリシリコン膜からなる選択ゲート111が形成されて、選択トランジスタが形成されている。

N型拡散層105と107の間の領域を含むP基板101上に、メモリゲート酸化膜121を介してポリシリコン膜からなる浮遊ゲート123が形成されて、メモリトランジスタが形成されている。N型拡散層105及び107付近の領域では浮遊ゲート123はメモリゲート酸化膜を介してN型拡散層105及び107と一部重複して配置されている。

【0012】

この不揮発性メモリの消去、すなわち浮遊ゲート123から電子の放出を行なう場合、例えば浮遊ゲート123に紫外線が照射されることで、メモリトランジスタの浮遊ゲート123が電荷の無い状態に初期化される。

また、N型拡散層103を0Vに設定し、N型拡散層107と選択ゲート111を所定の電位 V_{pp} 、例えば7Vに設定することによって行なわれる。これにより、N型拡散層103、105及び選択ゲート111により構成される選択トランジスタがオンし、トンネル効果によって浮遊ゲート123に注入されている電子がメモリゲート酸化膜121を介してN型拡散層105に引き抜かれる。この場合、N型拡散層103と浮遊ゲート123とは十分に重複して配置されていることが必要とされている。そのために、浮遊ゲート123の下方でN型拡散層105側には埋込み型のN型拡散層が設定されている（特許文献4）。

【0013】

この不揮発性メモリの書込み、すなわち浮遊ゲート123への電子の注入を行なう場合、N型拡散層107を0V、N型拡散層103に V_{pp} 、例えば4.5Vを与え、選択ゲート111を所定の電位 V_{on} 、例えば2Vに設定することによって行なわれる。これにより、N型拡散層103、105及び選択ゲート111により構成される選択トランジスタがオンし、電子がN型拡散層105からメモリゲート酸化膜121を介して浮遊ゲート123に注入される。この場合も、消去時と同様に埋込み型のN型拡散層が必要である。

【0014】

また、特許文献5には、ロジック回路などの周辺回路を構成するMOS（Metal Oxide of Silicon）トランジスタのゲート酸化膜を、選択トランジスタのゲート酸化膜及びメモリトランジスタのゲート酸化膜と同じ膜厚にすることが開示されている。

【0015】

【特許文献1】特開平6－85275号公報

【特許文献2】特表平8－506693号公報

【特許文献3】特公平4－80544号公報

【特許文献4】特開2003－168747号公報

【特許文献5】特開2004－31920号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

特許文献5に開示されているように、制御ゲートを備えていないメモリトランジスタ、選択トランジスタ及び周辺回路トランジスタにおいて、ゲート酸化膜厚を同じにした場合、ゲート酸化膜をサブハーフレベル、例えば7.5 nm（ナノメートル）程度の膜厚で形成したとき、メモリトランジスタのメモリゲート酸化膜は同様に7.5 nmとなる。この場合、本願発明者の検証によると良好な書込み特性を得るためには、 V_{pp} として6～7 V以上必要であることがわかった。

【0017】

しかし、メモリトランジスタの書き込み時に、メモリへ V_{pp} を印加するための周辺回路トランジスタにも例えば6～7 V以上の電圧が印加されることが必要である。その場合、膜厚が7.5 nmと薄い周辺回路トランジスタのゲート酸化膜（以下、周辺回路ゲート酸化膜という。）に10 MV/cm（メガボルト／センチメートル）に達する電界をかけることになり、周辺回路ゲート酸化膜の損傷のおそれがあり、半導体装置の歩留まりや信頼性の低下を招くという問題があった。また、本願発明者の検証では、ゲート酸化膜厚が7.5 nmであるNMOSトランジスタ（NチャネルMOSトランジスタ）のスナップバック電圧はちょうど上記 V_{pp} と同程度の6～7 V程度であるため、書込みのために周辺回路を損傷してしまう可能性が高い。この面からも半導体装置の歩留まりや信頼性の低下を招くという問題があることがわかった。

【0018】

このような問題を防止するために、メモリトランジスタ、選択トランジスタ及び周辺回路トランジスタのゲート酸化膜をハーフレベル、例えば13.5 nm程度の膜厚で形成したとしても、ゲート酸化膜厚が厚くなった分、書込み電圧 V_{pp} が上昇してしまうため、サブハーフレベルでの上記問題が解決されるわけではない。つまり、ゲート酸化膜厚を13.5 nm程度の膜厚で形成し、 V_{pp} を6～7 Vとした場合、周辺回路ゲート酸化膜の損傷は防止できるが、メモリトランジスタのメモリゲート酸化膜は13.5 nmと膜厚が厚いので良好な書込み特性を得られないという問題があった。

【0019】

そこで本発明は、浮遊ゲートをもち制御ゲートを備えていないメモリトランジスタ及び選択トランジスタからなる不揮発性メモリセルと、周辺回路トランジスタを備えた半導体装置において、周辺回路ゲート酸化膜の損傷を防止しつつ、メモリトランジスタの良好な書込みを行なうことができる半導体装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明にかかる半導体装置は、半導体基板上に形成されたメモリゲート酸化膜と上記メモリゲート酸化膜上に形成された電氣的に浮遊状態のポリシリコンからなる浮遊ゲートをもちMOSトランジスタからなるメモリトランジスタと、上記半導体基板上に形成された選択ゲート酸化膜と上記メモリゲート酸化膜上に形成されたポリシリコンからなる選択ゲートをもち、上記メモリトランジスタに直列に接続されたMOSトランジスタからなる選択トランジスタを備えた不揮発性メモリセルと、上記半導体基板上に形成された周辺回路ゲート酸化膜と上記周辺回路ゲート酸化膜上に形成されたポリシリコンからなる周辺回路ゲートをもちMOSトランジスタからなる周辺回路トランジスタを備え、上記メモリゲート酸化膜の膜厚は上記周辺回路ゲート酸化膜の膜厚よりも薄く形成されているものである。

【0021】

本発明の半導体装置において、上記メモリトランジスタ及び上記選択トランジスタはPMOSトランジスタ（PチャネルMOSトランジスタ）である例を挙げることができる。

【0022】

さらに、上記選択ゲート酸化膜の膜厚は上記メモリゲート酸化膜の膜厚と同じである例を挙げることができる。

【0023】

また、上記選択ゲート酸化膜の膜厚は上記周辺回路ゲート酸化膜の膜厚と同じである例を挙げることができる。

【0024】

また、上記半導体基板上に絶縁膜を介して形成されたポリシリコンからなる下部電極と、上記下部電極上にキャパシタ絶縁膜を介して形成されたポリシリコンからなる上部電極をもつキャパシタをさらに備えている場合、上記浮遊ゲートは上記下部電極と同じポリシリコン層から形成されたものであり、上記浮遊ゲートの上面及び側面に上記キャパシタ絶縁膜が形成されていることが好ましい。

【0025】

さらに、上記周辺回路ゲートは上記上部電極と同じポリシリコン層から形成されたものである例を挙げることができる。

【0026】

さらに、上記選択ゲートは上記浮遊ゲート及び上記下部電極と同じポリシリコン層から形成されたものである例を挙げることができる。

【0027】

また、上記選択ゲートは上記周辺回路ゲート及び上記上部電極と同じポリシリコン層から形成されたものである例を挙げることができる。

【0028】

本発明の半導体装置が適用される例として、2個以上の抵抗素子による分割によって電圧出力を得、ヒューズ素子の切断によって電圧出力を調整できる分割抵抗回路を備えた半導体装置を挙げることができる。その半導体装置を構成する分割抵抗回路は、直列に接続された複数の抵抗値調整用抵抗素子と、上記ヒューズ素子として上記抵抗値調整用抵抗素子に対応して並列に接続された複数のヒューズ用MOSトランジスタと、本発明を構成する上記不揮発性メモリセル及び上記周辺回路トランジスタと、上記不揮発性メモリセルの記憶状態に応じて上記ヒューズ用MOSトランジスタのオンとオフを切り替えるための読出し回路を備え、上記ヒューズ用MOSトランジスタもしくは上記読出し回路を構成するMOSトランジスタ又はその両方が上記周辺回路トランジスタにより構成されている。

【0029】

本発明の半導体装置が適用される他の例として、入力電圧を分割して分割電圧を供給するための分割抵抗回路と、基準電圧を供給するための基準電圧発生回路と、上記分割抵抗回路からの分割電圧と上記基準電圧発生回路からの基準電圧を比較するための比較回路をもつ電圧検出回路を備えた半導体装置を挙げることができる。その分割抵抗回路として、本発明が適用された上記分割抵抗回路を備えている。

【0030】

本発明の半導体装置が適用されるさらに他の例として、入力電圧の出力を制御する出力ドライバと、出力電圧を分割して分割電圧を供給するための分割抵抗回路と、基準電圧を供給するための基準電圧発生回路と、上記分割抵抗回路からの分割電圧と上記基準電圧発生回路からの基準電圧を比較し、比較結果に応じて上記出力ドライバの動作を制御するための比較回路をもつ定電圧発生回路を備えた半導体装置を挙げることができる。その分割抵抗回路として、本発明が適用された上記分割抵抗回路を備えている。

【発明の効果】

【0031】

本発明の半導体装置では、半導体基板上に形成されたメモリゲート酸化膜とメモリゲー

ト酸化膜上に形成された電氣的に浮遊状態のポリシリコンからなる浮遊ゲートをもつMOSトランジスタからなるメモリトランジスタと、半導体基板上に形成された選択ゲート酸化膜上に形成されたポリシリコンからなる選択ゲートをもち、メモリトランジスタに直列に接続されたMOSトランジスタからなる選択トランジスタを備えた不揮発性メモリセルと、半導体基板上に形成された周辺回路ゲート酸化膜と周辺回路ゲート酸化膜上に形成されたポリシリコンからなる周辺回路ゲートをもつMOSトランジスタからなる周辺回路トランジスタを備え、メモリゲート酸化膜の膜厚は周辺回路ゲート酸化膜の膜厚よりも薄く形成されているようにした。

これにより、メモリトランジスタの書込み時に周辺回路ゲート酸化膜が損傷しない程度に周辺回路ゲート酸化膜厚を厚くし、メモリトランジスタの良好な書込み特性が得られる程度にメモリゲート酸化膜厚を薄くすることができ、周辺回路ゲート酸化膜の損傷を防止しつつ、またスナップバック破壊を起こさずに、メモリトランジスタの良好な書込みを行なうことができる。

【0032】

本発明の半導体装置において、メモリトランジスタ及び選択トランジスタはPMOSトランジスタ（書込み電圧6～7V）であるようにすれば、NMOSトランジスタからなるメモリトランジスタ（書込み電圧10V程度）を用いる場合に比べて、書込みのためにいわゆる制御ゲートを用いる必要がなく、書込み電圧を低くすることができる。ただし、メモリトランジスタ及び選択トランジスタはPMOSトランジスタに限定されるものではなく、両トランジスタとしてNMOSトランジスタを用いてもよい。

【0033】

さらに、選択ゲート酸化膜の膜厚はメモリゲート酸化膜の膜厚と同じであるようにすれば、両ゲート酸化膜を同時に形成することができ、選択ゲート酸化膜、メモリゲート酸化膜及び周辺ゲート酸化膜をそれぞれ別々の工程で形成する場合に比べて製造工程を少なくすることができる。

【0034】

また、選択ゲート酸化膜の膜厚は周辺回路ゲート酸化膜の膜厚と同じであるようにすれば、両ゲート酸化膜を同時に形成することができ、選択ゲート酸化膜、メモリゲート酸化膜及び周辺ゲート酸化膜をそれぞれ別々の工程で形成する場合に比べて製造工程を少なくすることができる。さらに、選択ゲート酸化膜厚とメモリゲート酸化膜厚が同じである場合に比べて、選択ゲート酸化膜厚が厚いので選択トランジスタの耐圧を向上させることができる。

【0035】

また、半導体基板上に絶縁膜を介して形成されたポリシリコンからなる下部電極と、下部電極上にキャパシタ絶縁膜を介して形成されたポリシリコンからなる上部電極をもつキャパシタをさらに備え、浮遊ゲートは下部電極と同じポリシリコン層から形成されたものであり、浮遊ゲートの上面及び側面にキャパシタ絶縁膜が形成されているようにすれば、浮遊ゲートを良質なキャパシタ絶縁膜で覆うことができるので、リテンション特性を向上させることができる。さらに、キャパシタの下部電極と浮遊ゲートを別々の工程で形成する場合に比べて製造工程を少なくすることができる。

【0036】

さらに、周辺回路ゲートは上部電極と同じポリシリコン層から形成されたものであるようにすれば、キャパシタの上部電極と周辺回路ゲートを別々の工程で形成する場合に比べて製造工程を少なくすることができる。

【0037】

さらに、選択ゲートは浮遊ゲート及び下部電極と同じポリシリコン層から形成されたものであるようにすれば、これらのゲートを別々の工程で形成する場合に比べて製造工程を少なくすることができる。

【0038】

また、選択ゲートは周辺回路ゲート及び上部電極と同じポリシリコン層から形成された

ものであるようにすれば、これらのゲートを別々の工程で形成する場合に比べて製造工程を少なくすることができる。

【0039】

また、2個以上の抵抗素子による分割によって電圧出力を得、ヒューズ素子の切断によって電圧出力を調整できる分割抵抗回路を備えた半導体装置において、分割抵抗回路は、直列に接続された複数の抵抗値調整用抵抗素子と、ヒューズ素子として抵抗値調整用抵抗素子に対応して並列に接続された複数のヒューズ用MOSトランジスタと、本発明を構成する不揮発性メモリセル及び周辺回路トランジスタと、不揮発性メモリセルの記憶状態に応じてヒューズ用MOSトランジスタのオンとオフを切り替えるための読出し回路を備え、ヒューズ用MOSトランジスタもしくは読出し回路を構成するMOSトランジスタ又はその両方が周辺回路トランジスタにより構成されているようにしたので、良好な書込み特性をもつ不揮発性メモリセルの記憶状態に応じて分割抵抗回路の出力電圧を調整することができる。さらに、不揮発性メモリセルの記憶状態を変更することにより、分割抵抗回路の出力電圧を再設定することができる。

【0040】

入力電圧を分割して分割電圧を供給するための分割抵抗回路と、基準電圧を供給するための基準電圧発生回路と、分割抵抗回路からの分割電圧と基準電圧発生回路からの基準電圧を比較するための比較回路をもつ電圧検出回路を備えた半導体装置において、分割抵抗回路として本発明が適用された分割抵抗回路を備えているようにしたので、不揮発性メモリセルの記憶状態を変更することにより電圧検出回路の出力電圧設定の変更ができる。

【0041】

入力電圧の出力を制御する出力ドライバと、出力電圧を分割して分割電圧を供給するための分割抵抗回路と、基準電圧を供給するための基準電圧発生回路と、分割抵抗回路からの分割電圧と基準電圧発生回路からの基準電圧を比較し、比較結果に応じて出力ドライバの動作を制御するための比較回路をもつ定電圧発生回路を備えた半導体装置において、分割抵抗回路として本発明が適用された分割抵抗回路を備えているようにしたので、不揮発性メモリセルの記憶状態を変更することにより定電圧発生回路の出力電圧設定の変更ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

図1は第1実施例を示す図であり、(A)はメモリセルの平面図、(B)は周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図である。図1を参照してこの実施例を説明する。

【0043】

P基板1の所定の領域にNウェル2が形成されている。P基板1表面に素子分離のためのフィールド酸化膜3が例えば450～700nm、ここでは500nmの膜厚で形成されている。フィールド酸化膜3に囲まれた領域のNウェル2内にP型拡散層5、7、9が形成されている。P型拡散層5と7は間隔をもって形成され、P型拡散層7と9は間隔をもって形成されている。

【0044】

P型拡散層5と7の間の領域を含むP基板1上に、膜厚が例えば10.0～15.0nm、ここでは13.5nmの選択ゲート酸化膜11が形成されている。選択ゲート酸化膜11上に、P型拡散層5及び7と一部重複して、膜厚が例えば250～450nm、ここでは350nmのポリシリコン膜からなる選択ゲート13が形成されている。P型拡散層5、7、選択ゲート酸化膜11及び選択ゲート13は選択トランジスタを構成する。

【0045】

P型拡散層7と9の間の領域を含むP基板1表面に、膜厚が例えば6.0～10.0nm、ここでは7.5nmのメモリゲート酸化膜15が形成されている。メモリゲート酸化膜15上に、P型拡散層7及び9と一部重複して、膜厚が例えば250～450nm、ここでは350nmのポリシリコン膜からなる浮遊ゲート17が形成されている。P型拡散層

7、9、メモリゲート酸化膜15及び浮遊ゲート17はメモリトランジスタを構成する。
選択トランジスタ及びメモリトランジスタはメモリセルを構成する。

【0046】

メモリセルとは異なる領域の、フィールド酸化膜3に囲まれた領域のNウェル2内にP型拡散層19、21が形成されている。P型拡散層19と21は間隔をもって形成されている。

P型拡散層19と21の間の領域を含むP基板1上に、膜厚が例えば10.0～15.0nm、ここでは135nmの周辺回路ゲート酸化膜23が形成されている。周辺回路ゲート酸化膜23上に、P型拡散層19及び21と一部重複して、膜厚が例えば250～450nm、ここでは350nmのポリシリコン膜からなる周辺回路ゲート25が形成されている。P型拡散層19、21、周辺回路ゲート酸化膜23及び周辺回路ゲート25は周辺回路トランジスタを構成する。

【0047】

図2は、第1実施例のメモリセルをマトリクス配置した場合の一例を示す回路図である。

メモリセルがマトリクス配置されている。

横方向（ワードラインWL方向）に並ぶセル $i0$ 、 $i1$ 、 \cdot の選択ゲート13は共通のワードラインWL i に電氣的に接続されている。また、P型拡散層5は共通のソースラインSL i に電氣的に接続されている。

縦方向（ビットラインBit方向）に並ぶセル $0i$ 、 $1i$ 、 \cdot のP型拡散層9は共通のビットラインBit i に電氣的に接続されている。

ここで、 i は0又は自然数である。

【0048】

消去時は、紫外線照射により、すべてのセルを一括消去するようにする。

書込み時、例えばセル00のみを書き込む場合、書込みするセル00に接続されたワードラインWL0とビットラインBit0を所定の電位 $-V_{pp}$ にバイアスし、他のワードラインWL i 及び他のビットラインBit i また、ソースラインSL i は0Vにバイアスする。これにより、セル00の浮遊ゲート17にメモリゲート酸化膜を介して電子が注入されて、書込みされる。

【0049】

図3は、第1実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図1のA-A'位置及びB-B'位置に対応している。図1及び図3を参照してこの製造方法例を説明する。

【0050】

(1) P基板1にNウェル2を形成した後、P基板1上に通常のLOCOS (local oxidation of silicon) 法によりフィールド酸化膜3 (図1を参照。) 形成して素子分離を行なう。フィールド酸化膜3により画定された活性領域表面に例えば6～16nmの膜厚で犠牲酸化膜27を形成し、チャネルドープ注入を行なう ((A) 参照。)

【0051】

(2) 選択トランジスタ領域及び周辺回路トランジスタの形成領域を覆い、メモリトランジスタの形成領域に開口部をもつレジストパターン29を形成する。レジストパターン29をマスクにしてメモリトランジスタ領域の犠牲酸化膜27を選択的に除去する ((B) 参照。)

【0052】

(3) レジストパターン29を除去した後、熱酸化処理を施してメモリトランジスタ領域のNウェル2表面に膜厚が例えば6～10nmのメモリゲート酸化膜15を形成する。このとき、選択トランジスタ領域と周辺回路トランジスタ領域の犠牲酸化膜27が例えば12～20nmの膜厚に成長して選択ゲート酸化膜11と周辺回路ゲート酸化膜23となる。その後、例えば250～450nmの膜厚でポリシリコン膜31を形成する ((C) 参照。)

【0053】

(4) 写真製版技術及びエッチング技術により、ポリシリコン膜31から、選択トランジスタ領域のフィールド酸化膜3上及び選択ゲート酸化膜11上に選択ゲート13を形成し、メモリトランジスタ領域のフィールド酸化膜3上及びメモリゲート酸化膜15上に浮遊ゲート17を形成し、周辺回路トランジスタ領域のフィールド酸化膜3上及び周辺回路ゲート酸化膜23上に周辺回路ゲート25を形成する。その後、イオン注入法により、選択ゲート13、浮遊ゲート17及び周辺回路ゲート25をマスクにしてボロンの注入を行なってP型拡散層5, 7, 9, 19, 21を形成する(図1参照。)

【0054】

図4は第2実施例を示す図であり、(A)はメモリセルの平面図、(B)は周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図である。図1と同じ部分には同じ符号を付し、それらの部分の詳細な説明は省略する。

【0055】

この実施例が図1を参照して説明した第1実施例を異なる点は、選択トランジスタを構成する選択ゲート酸化膜33がメモリゲート酸化膜15と同じ膜厚、例えば6~10nm、ここでは7.5nmに形成されている点である。選択ゲート酸化膜33はメモリゲート酸化膜15と同時に形成されたものである。

【0056】

図5は、第2実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図2のA-A'位置及びB-B'位置に対応している。図2及び図3を参照してこの製造方法例を説明する。

【0057】

(1) 図3(A)を参照して説明した上記工程(1)と同じ工程により、P基板1にNウェル2、フィールド酸化膜3(図4を参照。)、犠牲酸化膜27を形成し、チャンネルドーパ注入を行なう((A)参照。)

【0058】

(2) 周辺回路トランジスタの形成領域を覆い、選択トランジスタ領域及びメモリトランジスタの形成領域に開口部をもつレジストパターン35を形成する。レジストパターン29をマスクにして選択トランジスタ領域及びメモリトランジスタ領域の犠牲酸化膜27を選択的に除去する((B)参照。)

【0059】

(3) レジストパターン29を除去した後、熱酸化処理を施して選択トランジスタ領域及びメモリトランジスタ領域のNウェル2表面に膜厚が例えば6~10nmの選択ゲート酸化膜33及びメモリゲート酸化膜15を形成する。このとき、周辺回路トランジスタ領域の犠牲酸化膜27の膜厚が成長して周辺回路ゲート酸化膜23となる。その後、ポリシリコン膜31を形成する((C)参照。)

【0060】

(4) 図1を参照して説明した上記工程(4)と同じ工程により、ポリシリコン膜31から選択ゲート13、浮遊ゲート17及び周辺回路ゲート25を形成し、さらにイオン注入法によりP型拡散層5, 7, 9, 19, 21を形成する(図4参照。)

【0061】

図6は第3実施例を示す図であり、(A)はメモリセル及びキャパシタの平面図、(B)は周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図、(E)は(A)のC-C'位置での断面図である。図1と同じ部分には同じ符号を付し、それらの部分の詳細な説明は省略する。

【0062】

P基板1の所定の領域にNウェル2が形成され、P基板1表面にフィールド酸化膜3が形成されている。

選択トランジスタ領域にP型拡散層5, 7、選択ゲート酸化膜11及び選択ゲート13

からなる選択トランジスタが形成されている。

メモリトランジスタ領域にP型拡散層7, 9、メモリゲート酸化膜15及び浮遊ゲート17はメモリトランジスタが形成されている。

周辺回路トランジスタ領域にP型拡散層19, 21、周辺回路ゲート酸化膜23及び周辺回路ゲート25は周辺回路トランジスタが形成されている。

【0063】

フィールド酸化膜3上に、浮遊ゲート17と同じ膜厚をもつ下部電極37が形成されている。下部電極37の表面に、膜厚が例えば15～40nm、ここでは20nmのシリコン酸化膜からなるキャパシタ絶縁膜39（（A）での図示は省略）が形成されている。キャパシタ絶縁膜39上に選択ゲート13及び周辺回路ゲート25と同じ膜厚をもつポリシリコン膜からなる上部電極41が形成されている。下部電極37、キャパシタ絶縁膜39及び上部電極41はキャパシタを構成する。

浮遊ゲート17の表面にもキャパシタ絶縁膜39が形成されている。

【0064】

図7は、第3実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図6のA-A'位置、B-B'位置及びC-C'位置に対応している。図6及び図7を参照してこの製造方法例を説明する。

【0065】

（1）P基板1にNウェル2を形成した後、P基板1上に通常のLOCOS法によりフィールド酸化膜3（図6を参照。）形成して素子分離を行なう。フィールド酸化膜3により画定された活性領域表面に例えば10～20nmの膜厚で犠牲酸化膜を形成し、チャネルドープ注入を行なう。犠牲酸化膜を除去した後、P基板1表面にメモリゲート酸化膜15を形成する。P基板1上全面にポリシリコン膜を例えば250～450nmの膜厚で形成し、そのポリシリコン膜をバターニングして、メモリトランジスタ形成領域のメモリゲート酸化膜15上に浮遊ゲート17を形成し、キャパシタ形成領域のフィールド酸化膜3上に下部電極37を形成する（（A）参照。）。

【0066】

（2）熱酸化処理を施して下部電極37及び浮遊ゲート17の表面に例えば15～40nmのシリコン酸化膜からなるキャパシタ絶縁膜39を形成する。このとき、選択トランジスタ領域と周辺回路トランジスタ領域のメモリゲート酸化膜15が例えば12～50nmの膜厚に成長して選択ゲート酸化膜11と周辺回路ゲート酸化膜23となる（（B）参照。）。

【0067】

（3）P基板1上全面に、例えば250～450nmの膜厚でポリシリコン膜31を形成する（（C）参照。）。

【0068】

（4）写真製版技術及びエッチング技術により、ポリシリコン膜31から、選択ゲート酸化膜11上に選択ゲート13を形成し、周辺回路ゲート酸化膜23上に周辺回路ゲート25し、下部電極37上のキャパシタ絶縁膜39上に上部電極41を形成する。その後、イオン注入法により、選択ゲート13、浮遊ゲート17及び周辺回路ゲート25をマスクにしてボロンの注入を行なってP型拡散層5, 7, 9, 19, 21を形成する（図6参照。）。

【0069】

図8は第4実施例を示す図であり、（A）はメモリセル及びキャパシタの平面図、（B）は周辺回路トランジスタの平面図、（C）のA-A'位置での断面図、（D）は（B）のB-B'位置での断面図、（E）は（A）のC-C'位置での断面図である。図1及び図6と同じ部分には同じ符号を付し、それらの部分の詳細な説明は省略する。

【0070】

この実施例が図6を参照して説明した第3実施例を異なる点は、選択トランジスタを構成する選択ゲート酸化膜33がメモリゲート酸化膜15と同じ膜厚、例えば6～10nm

、ここでは7.5 nmに形成されており、選択ゲート13の表面にキャパシタ絶縁膜39が形成されている点である。選択ゲート酸化膜33はメモリゲート酸化膜15と同時に形成されたものである。

【0071】

図9は、第4実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図8のA-A'位置、B-B'位置及びC-C'位置に対応している。図6及び図7を参照してこの製造方法例を説明する。

【0072】

(1) P基板1にNウェル2を形成した後、P基板1上に通常のLOCOS法によりフィールド酸化膜3(図8を参照。)形成して素子分離を行なう。フィールド酸化膜3により画定された活性領域表面に例えば10~20 nmの膜厚で犠牲酸化膜を形成し、チャネルドーピング注入を行なう。犠牲酸化膜を除去した後、P基板1表面にメモリゲート酸化膜15及び選択ゲート酸化膜33となるシリコン酸化膜を形成する。P基板1上全面にポリシリコン膜を例えば250~450 nmの膜厚で形成し、そのポリシリコン膜をパターニングして、メモリトランジスタ形成領域のメモリゲート酸化膜15上に浮遊ゲート17を形成し、選択トランジスタ形成領域の選択ゲート酸化膜33上に選択ゲート13を形成し、キャパシタ形成領域のフィールド酸化膜3上に下部電極37を形成する((A)参照。)

【0073】

(2) 熱酸化処理を施して下部電極37、選択ゲート13及び浮遊ゲート17の表面に例えば15~40 nmのシリコン酸化膜からなるキャパシタ絶縁膜39を形成する。このとき、周辺回路トランジスタ領域のシリコン酸化膜が例えば12~50 nmの膜厚に成長して周辺回路ゲート酸化膜23となる((B)参照。)

【0074】

(3) P基板1上全面に、例えば250~450 nmの膜厚でポリシリコン膜31を形成する((C)参照。)

【0075】

(4) 写真製版技術及びエッチング技術により、ポリシリコン膜31から、周辺回路ゲート酸化膜23上に周辺回路ゲート25を形成し、下部電極37上のキャパシタ絶縁膜39上に上部電極41を形成する。その後、イオン注入法により、選択ゲート13、浮遊ゲート17及び周辺回路ゲート25をマスクにしてボロンの注入を行なってP型拡散層5, 7, 9, 19, 21を形成する(図8参照。)

【0076】

上記の実施例では、周辺回路トランジスタとしてPMOSTランジスタを示しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、周辺回路トランジスタとしてNMOSTランジスタを備えていてもよい、NMOSTランジスタ及びPMOSTランジスタの両方を備えていてもよい。

【0077】

図10に周辺回路トランジスタとしてNMOSTランジスタ及びPMOSTランジスタの両方を備えた一例としての第5実施例を示す。図1と同じ部分には同じ符号を付し、それらの部分の詳細な説明は省略する。

【0078】

P基板1の所定の領域にNウェル2とPウェル43が形成され、P基板1表面にフィールド酸化膜3が形成されている。

選択トランジスタ領域にP型拡散層5, 7、選択ゲート酸化膜11及び選択ゲート13からなる選択トランジスタが形成されている。

メモリトランジスタ領域にP型拡散層7, 9、メモリゲート酸化膜15及び浮遊ゲート17はメモリトランジスタが形成されている。

PMOSTランジスタ用の周辺回路トランジスタ領域にP型拡散層19, 21、周辺回路ゲート酸化膜23及び周辺回路ゲート25は周辺回路トランジスタが形成されている。

【0079】

フィールド酸化膜 3 に囲まれた領域の P ウェル 4 3 内に N 型拡散層 4 5 , 4 7 が形成されている。N 型拡散層 4 5 と 4 7 は間隔をもって形成されている。

N 型拡散層 4 5 と 4 7 の間の領域を含む P ウェル 4 3 上に、膜厚が例えば 1 0 ~ 5 0 n m、ここでは 1 3 . 5 n m の周辺回路ゲート酸化膜 4 9 が形成されている。周辺回路ゲート酸化膜 4 9 上に、N 型拡散層 4 5 及び 4 7 と一部重複して、膜厚が例えば 2 5 0 ~ 4 5 0 n m、ここでは 3 5 0 n m のポリシリコン膜からなる周辺回路ゲート 5 0 が形成されている。N 型拡散層 4 5 , 4 7、周辺回路ゲート酸化膜 4 9 及び周辺回路ゲート 5 0 は N M O S からなる周辺回路トランジスタを構成する。

同じ P 基板 1 に P M O S トランジスタと N M O S トランジスタを備えた構造は、通常の C M O S (C o m p l i m e n t a r y M O S) プロセスによって形成することができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 は分割抵抗回路と定電圧発生回路を備えた一実施例を示す回路図である。

直流電源 5 1 からの電源を安定して供給すべく、定電圧発生回路 4 9 が設けられている。定電圧発生回路 4 9 は、直流電源 5 1 が接続される入力端子 (V b a t) 5 3、基準電圧発生回路 (V r e f) 5 5、演算増幅器 5 7、出力ドライバを構成する P チャネル型 M O S トランジスタ (以下、P M O S と略記する) 5 9、分割抵抗 6 1、6 3 及び出力端子 (V o u t) 6 5 を備えている。

【 0 0 8 1 】

分割抵抗 6 3 は R 0 により構成される。分割抵抗 6 1 は、直列に接続された複数の抵抗値調整用抵抗素子 R 1 , R 2 , ⋅ R i - 1 , R i を備えている。抵抗値調整用抵抗素子 R 1 , R 2 , ⋅ R i - 1 , R i に対応してヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , ⋅ S W i - 1 , S W i が並列に接続されている。

【 0 0 8 2 】

ヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , ⋅ S W i - 1 , S W i のオンとオフを切り替えるための読出し回路 6 6 及び不揮発性メモリセル 6 7 が設けられている。読出し回路 6 6 の出力は対応するヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , ⋅ S W i - 1 , S W i のゲートに接続されている。不揮発性メモリセル 6 7 には複数のメモリセルが配置されており、ヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , ⋅ S W i - 1 , S W i をオン又はオフする情報が記憶されている。読出し回路 6 6 は不揮発性メモリセル 6 7 の記憶状態に応じてヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , ⋅ S W i - 1 , S W i をオン又はオフさせる。

【 0 0 8 3 】

定電圧発生回路 4 9 の演算増幅器 5 7 では、出力端子が P M O S 5 9 のゲート電極に接続され、反転入力端子に基準電圧発生回路 5 5 から基準電圧 V r e f が印加され、非反転入力端子に出力電圧 V o u t を抵抗 6 1 と 6 3 で分割した電圧が印加され、抵抗 6 1、6 3 の分割電圧が基準電圧 V r e f に等しくなるように制御される。

【 0 0 8 4 】

図 1 2 は分割抵抗回路と電圧検出回路を備えた一実施例を示す回路図である。図 1 1 と同じ部分には同じ符号を付す。

電圧検出回路 7 3 において、測定すべき端子の電圧 (入力電圧 V s e n s) が入力される入力端子 6 8 と接地電位の間に、分割抵抗 6 1、6 3 及び発振防止用抵抗素子 R H が直列に接続されている。分割抵抗 6 1、6 3 の構成は図 5 と同じである。

【 0 0 8 5 】

抵抗値調整用抵抗素子 R 1 , R 2 , ⋅ R i - 1 , R i に対応してヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , ⋅ S W i - 1 , S W i が並列に接続されている。ヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , ⋅ S W i - 1 , S W i に読出し回路 6 6 が接続されている。読出し回路 6 6 に不揮発性メモリセル 6 7 が接続されている。

【 0 0 8 6 】

抵抗素子 6 1 と接地の間に発振防止用抵抗素子 R H が設けられている。発振防止用抵抗素子 R H に並列に N チャネル型の発振防止用ヒューズ用 M O S トランジスタ S W H が接

続されている。発振防止用ヒューズ用MOSトランジスタSWHのゲートは演算増幅器57の出力に接続されている。

【0087】

演算増幅器57の反転入力端子は分割抵抗61と63の間の接続点に接続されている。演算増幅器57の非反転入力端子に基準電圧発生回路55が接続され、基準電圧V_{ref}が印加される。演算増幅器57の出力はインバータ69及び出力端子(DT_{out})71を介して外部に出力される。

【0088】

電圧検出回路73において、高電圧検出状態では発振防止用抵抗素子RHはオフ状態であり、入力端子68から入力される測定すべき端子の電圧が高く、分割抵抗61と分割抵抗63及び発振防止用抵抗素子RHにより分割された電圧が基準電圧V_{ref}よりも高いときは演算増幅器57の出力が論理値0を維持し、その出力はインバータ69により反転され論理値1にされて出力端子71から出力される。このとき演算増幅器57の反転入力端子に入力される分割電圧は、

$$\{(R_0) + (R_H)\} / \{(R_1) + \dots + (R_{i-1}) + (R_i) + (R_0) + (R_H) \cdot \dots \cdot \text{sens}\}$$

である。

【0089】

測定すべき端子の電圧が降下してきて分割抵抗61と分割抵抗63及び発振防止用抵抗素子RH63により分割された電圧が基準電圧V_{ref}以下になると演算増幅器57の出力が論理値1になり、その出力はインバータ69により反転され論理値0にされて出力端子71から出力される。

【0090】

演算増幅器57の出力が論理値1になると、発振防止用ヒューズ用MOSトランジスタSWHがオン状態になり、分割抵抗63が発振防止用ヒューズ用MOSトランジスタSWHを介して接地電位に接続され、分割抵抗61と63の間の電圧が低下する。これにより、演算増幅器57の出力は論理値1を維持し、電圧検出回路73は低電圧検出状態になる。このように、発振防止用抵抗素子RH及び発振防止用ヒューズ用MOSトランジスタSWHは入力電圧V_{sens}が低下してきたときに電圧検出回路73の出力の発振を防止する。

【0091】

電圧検出回路73の低電圧検出状態における演算増幅器57の反転入力端子に入力される分割電圧は、

$$(R_0) / \{(R_1) + \dots + (R_{i-1}) + (R_i) + (R_0) \cdot \dots \cdot \text{sens}\}$$

である。電圧検出回路73を高電圧検出状態するための解除電圧は、低電圧検出状態における演算増幅器57の反転入力端子に入力される分割電圧が基準電圧V_{ref}よりも大くなる入力電圧V_{sens}である。

【0092】

図11及び図12に示した実施例において、読出し回路66、基準電圧発生回路55及び演算増幅器57を構成するMOSトランジスタ、並びに、ヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, ..., SW_{i-1}, SW_i及び発振防止用ヒューズ用MOSトランジスタSWHとして、本発明の半導体装置を構成する周辺回路トランジスタが用いられる。ただし、上記のMOSトランジスタの全部に本発明の半導体装置を構成する周辺回路トランジスタが用いられている必要はない。

【0093】

図11及び図12に示した実施例では、読出し回路66及び不揮発性メモリセル67の制御により、ヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, ..., SW_{i-1}, SW_iのオンとオフを選択して、分割抵抗61の抵抗値を調整することができる。これにより、定電圧発生回路53の出力電圧及び電圧検出回路73の出力電圧について設定電圧を調整することができる。

【0094】

従来の定電圧発生回路及び電圧検出回路では、ヒューズ用MOSトランジスタSW1,

SW2, ·SW_{i-1}, SW_i、読出し回路66及び不揮発性メモリセル67に代えて、抵抗値調整用抵抗素子R1, R2, ·R_{i-1}, R_iごとにポリシリコン又は金属材料からなるヒューズが並列に接続され、ヒューズを切断することにより分割抵抗の抵抗値を調整していた。

【0095】

図11及び図12に示した実施例では、読出し回路66及び不揮発性メモリセル67の制御により、ヒューズでは困難であった一度オフ状態にしたスイッチ（ヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, ·SW_{i-1}, SW_i）を再度オン状態にすることができるので、定電圧発生回路53の出力電圧及び電圧検出回路73の出力電圧について設定電圧の変更を自由に行なうことができる。

【0096】

さらに、不揮発性メモリセル66への書込みによりヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, ·SW_{i-1}, SW_iのオン状態又はオフ状態を切り替えることができるので、半導体装置をパッケージに収容した後でも、定電圧発生回路53の出力電圧及び電圧検出回路73の出力電圧について設定電圧の調整及び変更を行なうことができる。

【0097】

図11及び図12では、本発明の分割抵抗回路を定電圧発生回路及び電圧検出回路に適用しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の分割抵抗回路を他の回路に適用することもできる。

【0098】

以上、本発明の実施例を説明したが、数値、形状、材料、配置などは一例であり、本発明はこれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】第1実施例を示す図であり、(A)はメモリセルの平面図、(B)は周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図である。

【図2】第1実施例のメモリセルをマトリクス配置した場合の一例を示す回路図である。

【図3】第1実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図1のA-A'位置及びB-B'位置に対応している。

【図4】第2実施例を示す図であり、(A)はメモリセルの平面図、(B)は周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図である。

【図5】第2実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図2のA-A'位置及びB-B'位置に対応している。

【図6】第3実施例を示す図であり、(A)はメモリセル及びキャパシタの平面図、(B)は周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図、(E)は(A)のC-C'位置での断面図である。

【図7】第3実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図6のA-A'位置、B-B'位置及びC-C'位置に対応している。

【図8】第4実施例を示す図であり、(A)はメモリセル及びキャパシタの平面図、(B)は周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図、(E)は(A)のC-C'位置での断面図である。

【図9】第4実施例を製造するための製造方法の一例を説明するための工程断面図であり、図8のA-A'位置、B-B'位置及びC-C'位置に対応している。

【図10】第5実施例を示す図であり、(A)はメモリセル及の平面図、(B)はP

MOSトランジスタからなる周辺回路トランジスタの平面図、(C)のA-A'位置での断面図、(D)は(B)のB-B'位置での断面図、(E)はNMOSトランジスタからなる周辺回路トランジスタの平面図、(F)は(E)のD-D'位置での断面図である。

【図11】 分割抵抗回路と定電圧発生回路を備えた一実施例を示す回路図である。

【図12】 分割抵抗回路と電圧検出回路を備えた一実施例を示す回路図である。

【図13】 従来例としての1層ゲート型の不揮発性メモリを示す平面図である。

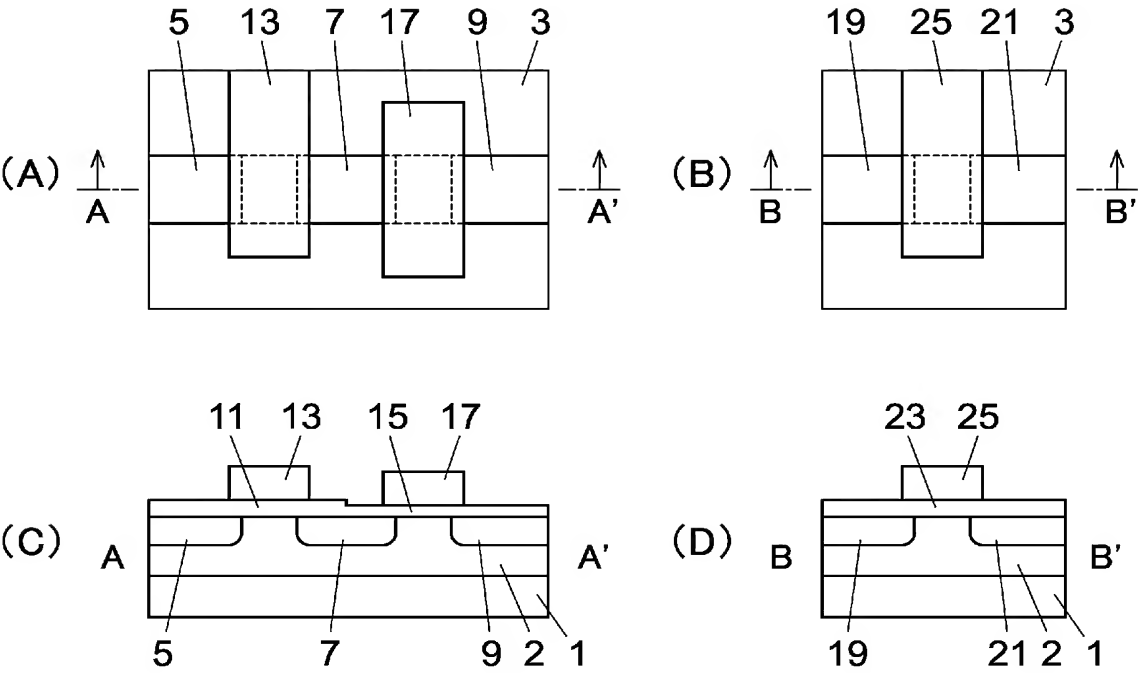
【図14】 従来例としての2層ゲート型の不揮発性メモリを示す断面図である。

【図15】 制御ゲートを備えていない不揮発性メモリを示す図であり、(A)は平面図、(B)は(A)のE-E'位置での断面図である。

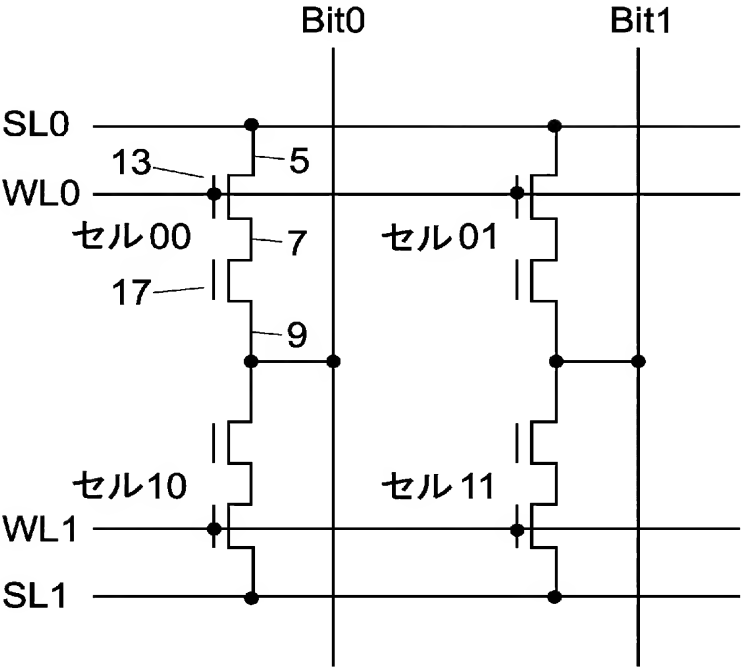
【符号の説明】

【0100】

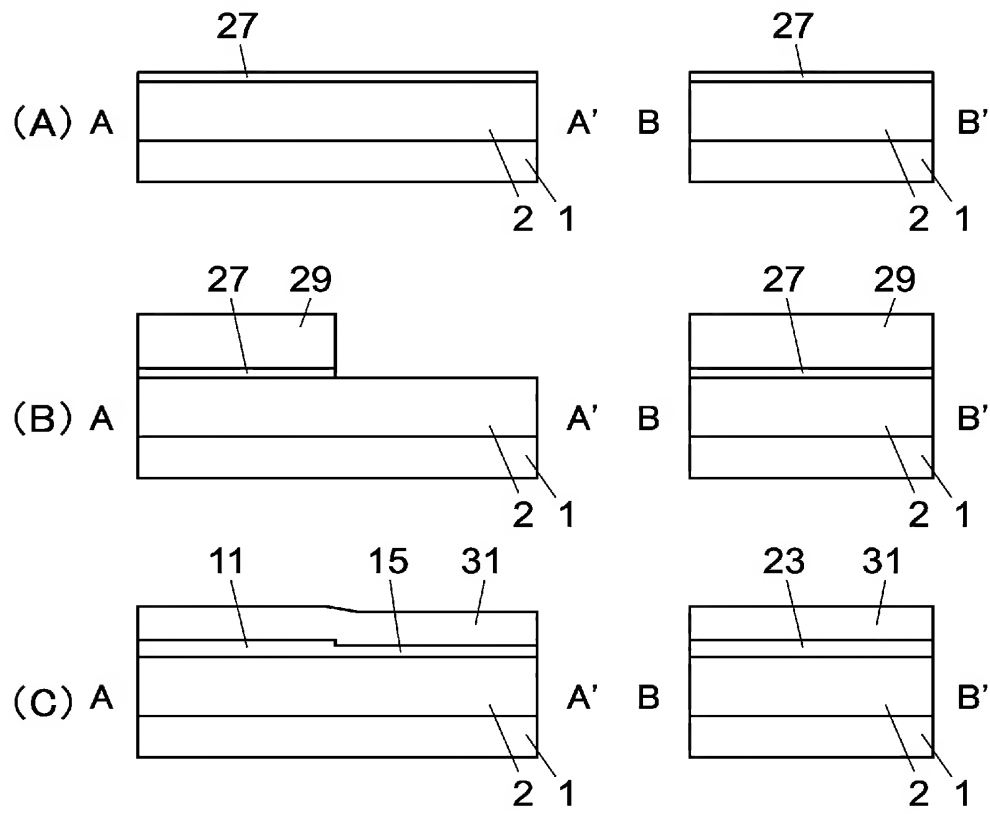
- 1 P基板(半導体基板)
- 2 Nウェル
- 3 フィールド酸化膜
- 5, 7, 9, 19, 21 N型拡散層
- 11, 33 選択ゲート酸化膜
- 13 制御ゲート
- 15 メモリゲート酸化膜
- 17 浮遊ゲート
- 23 周辺回路ゲート酸化膜
- 25 周辺回路ゲート
- 37 下部電極
- 39 キャパシタ絶縁膜
- 41 上部電極
- 43 Pウェル
- 45, 47 N型拡散層
- 49 周辺回路ゲート酸化膜
- 51 周辺回路ゲート



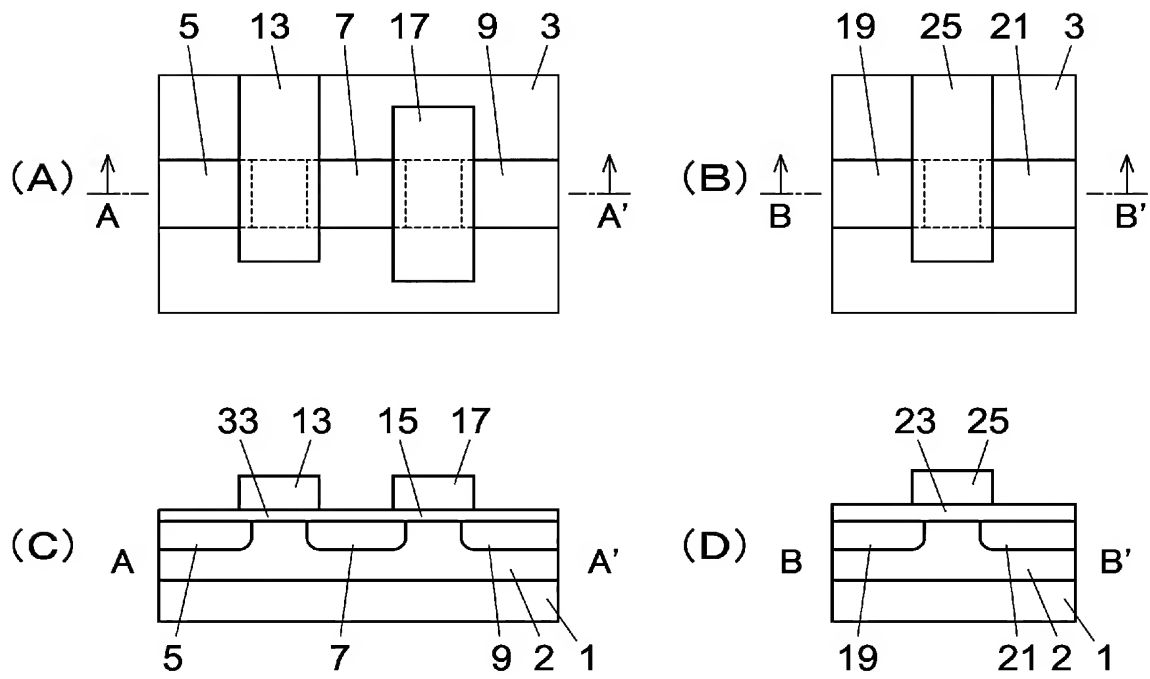
【図 2】

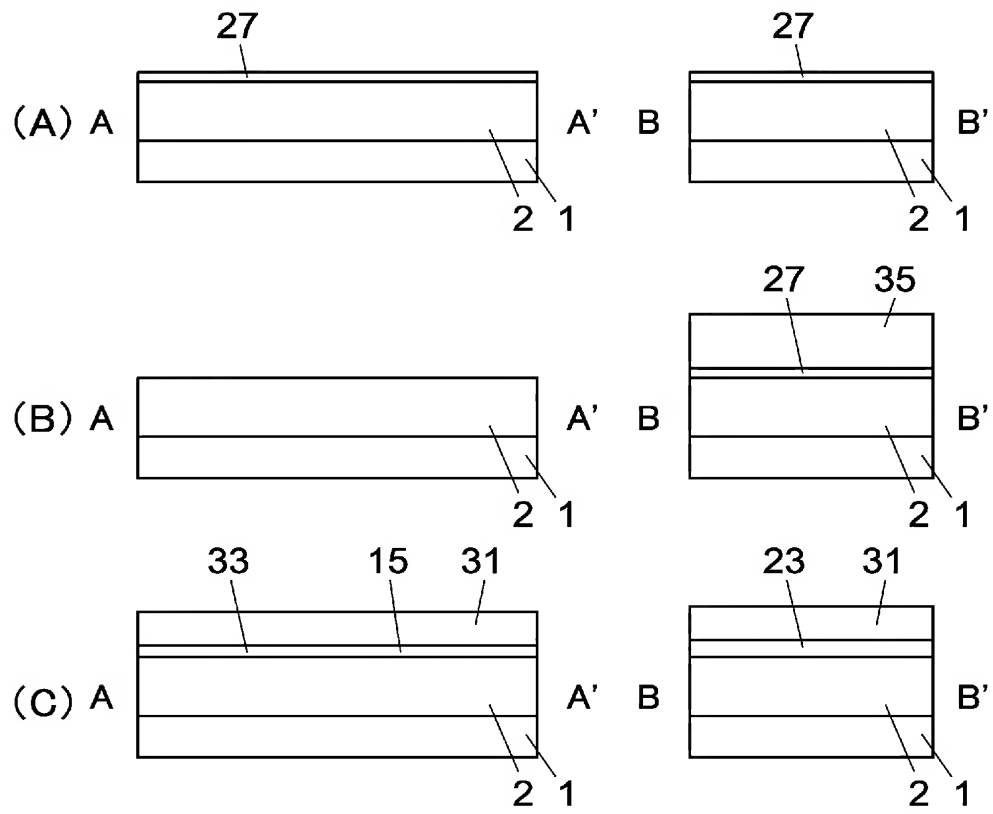


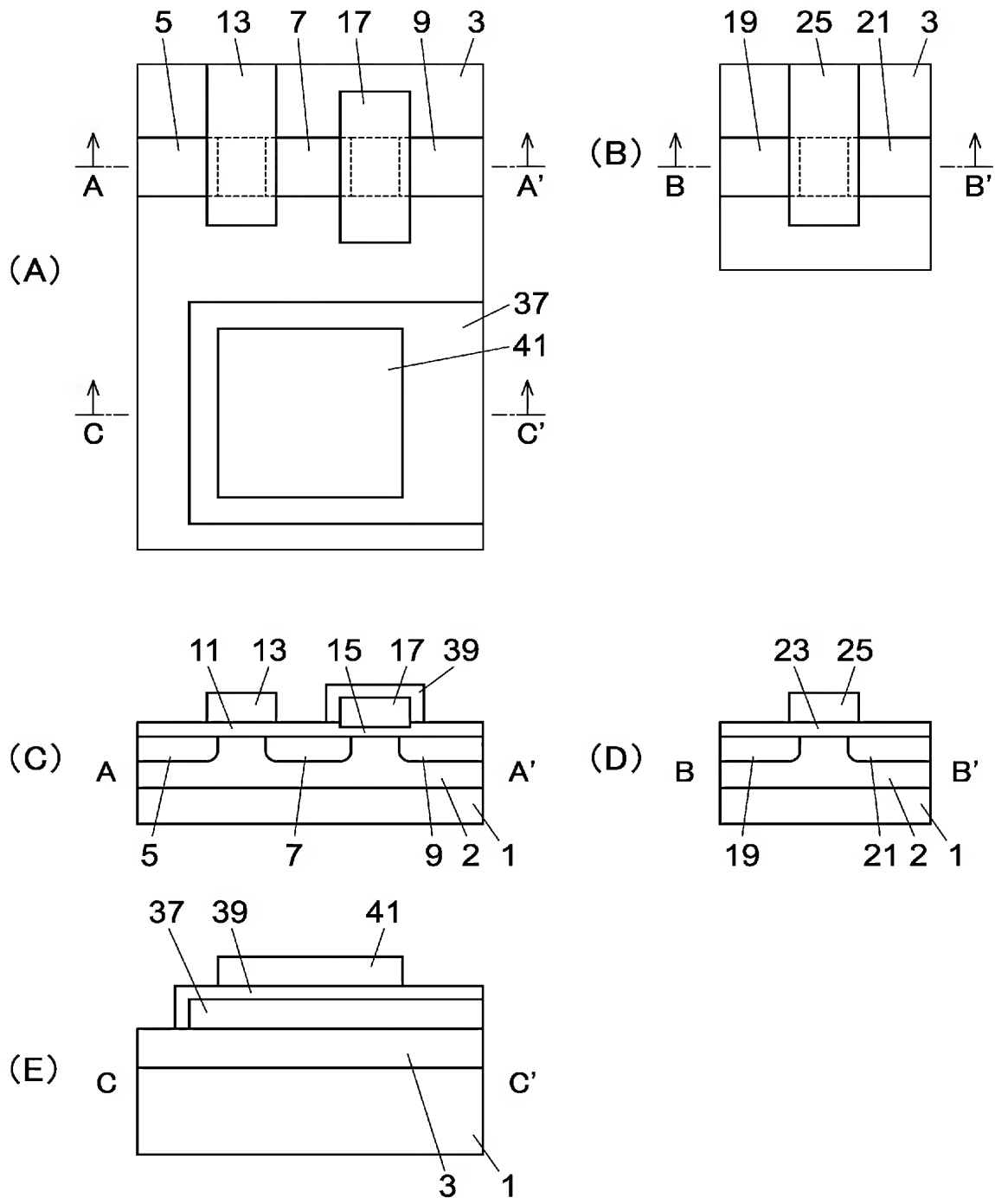
【図 3】

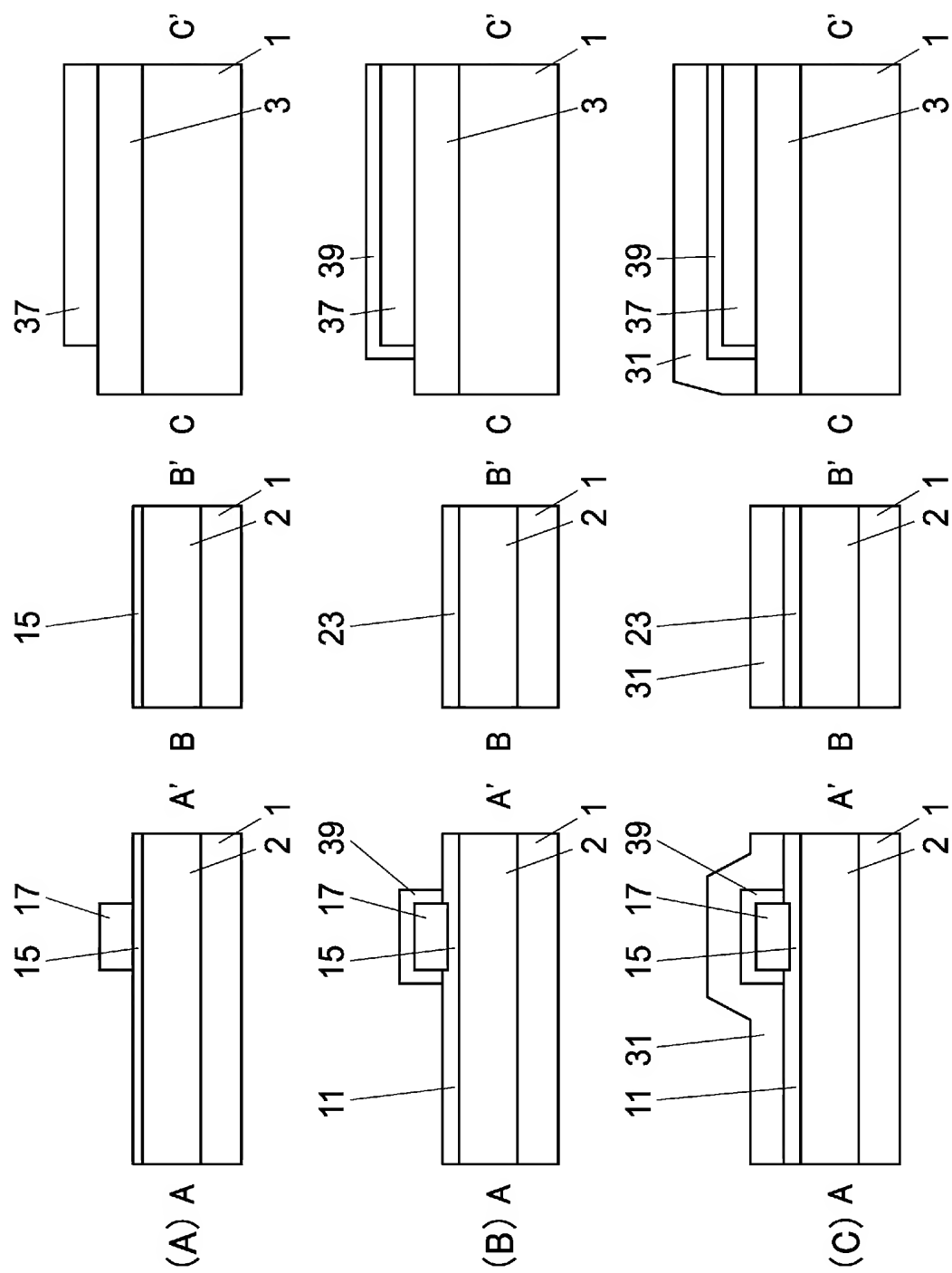


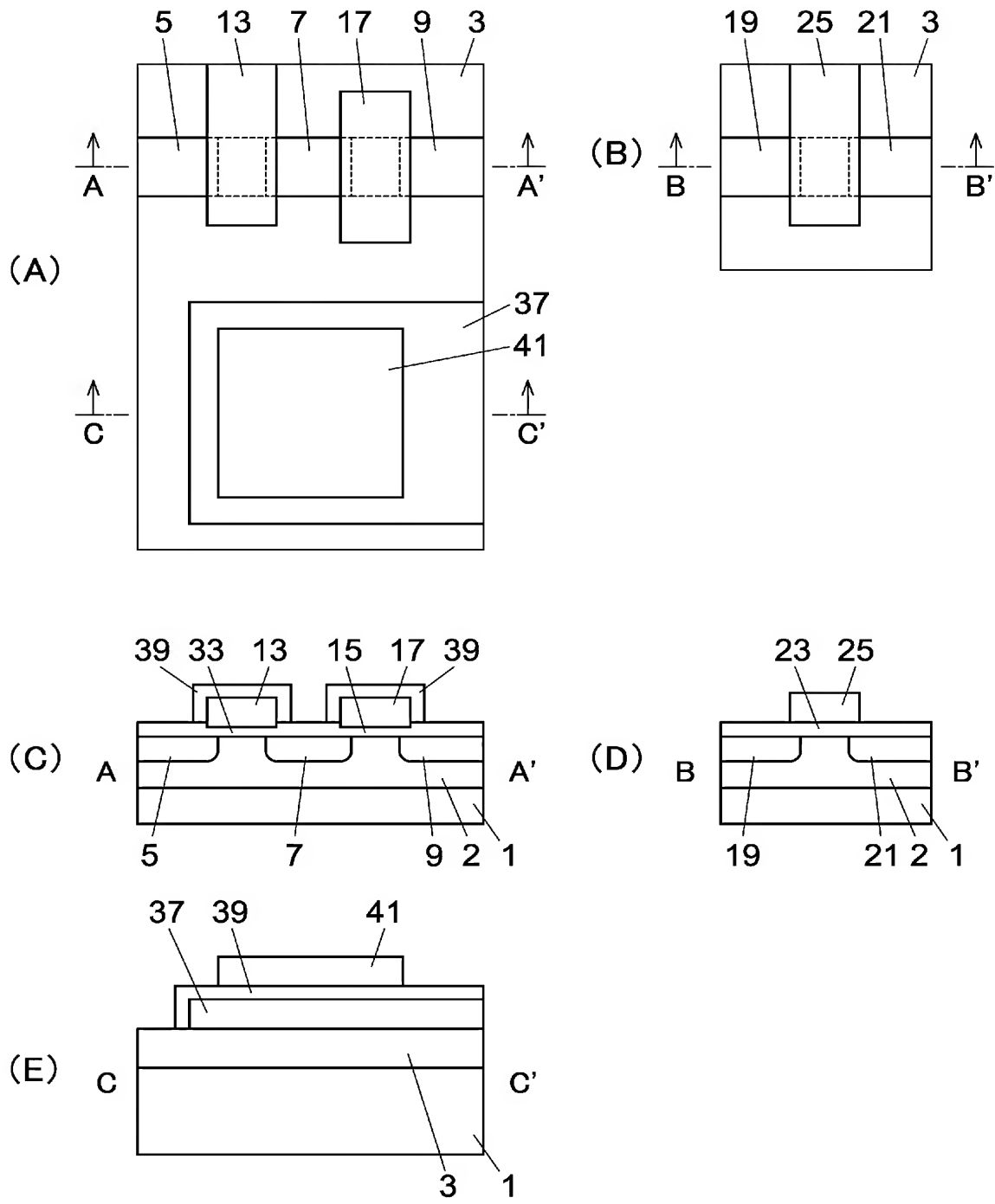
【図 4】

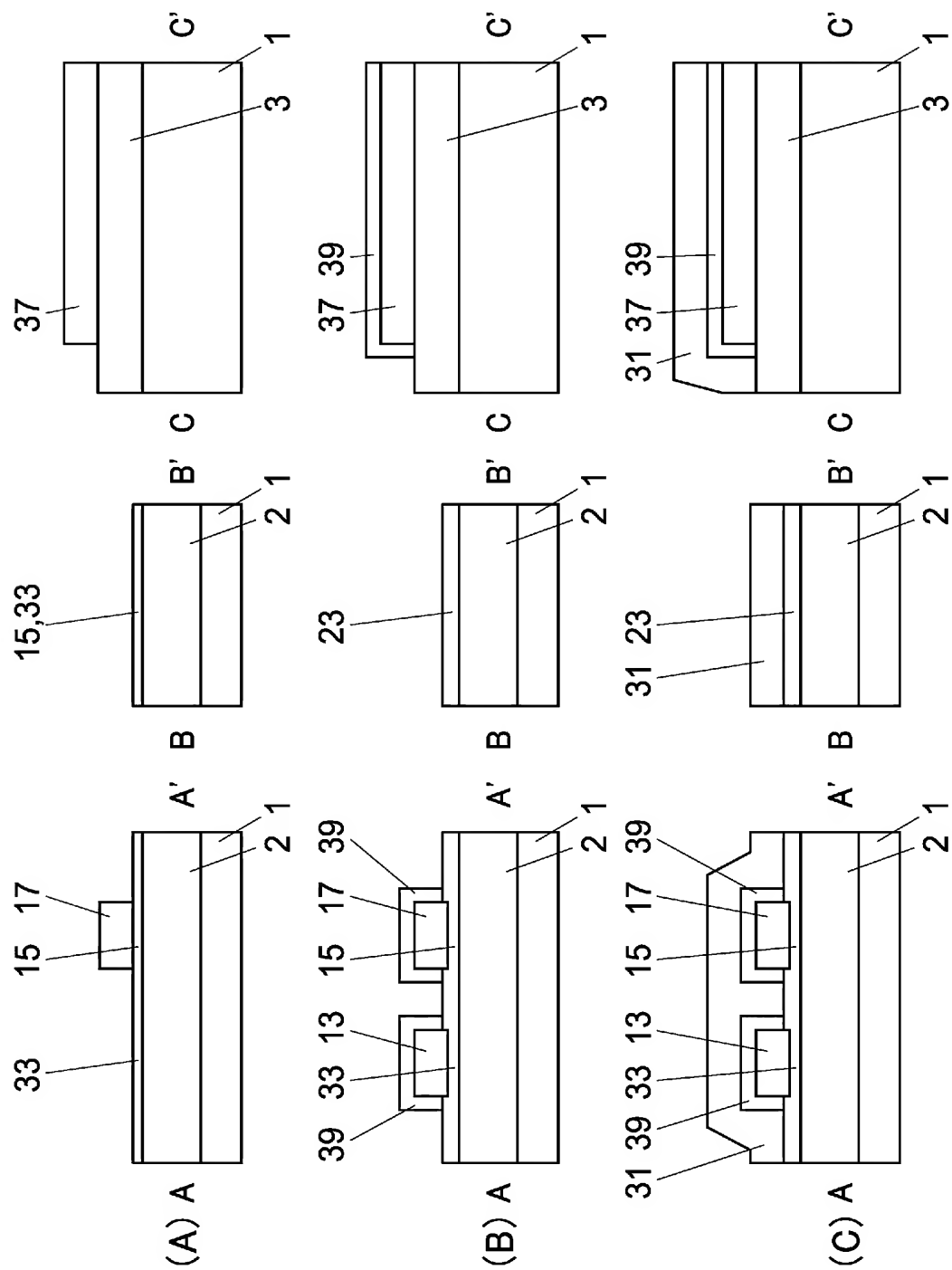


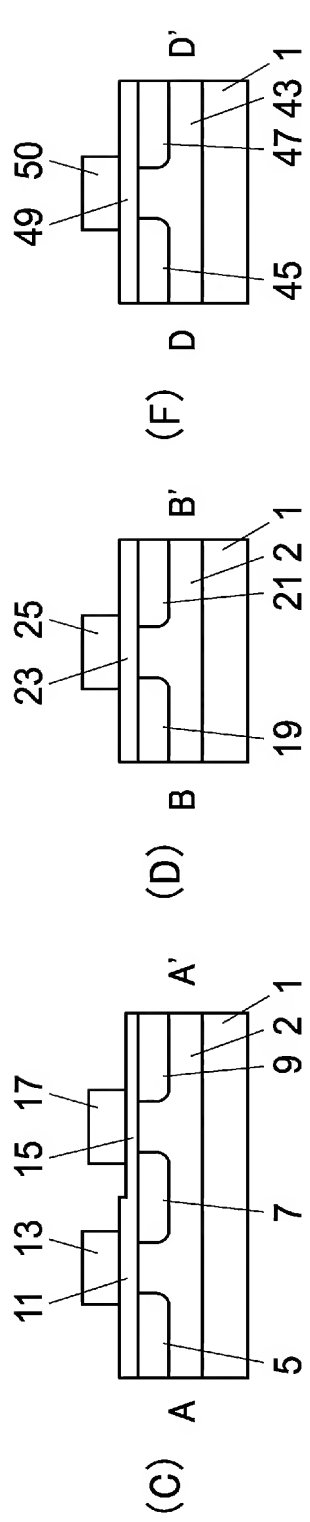
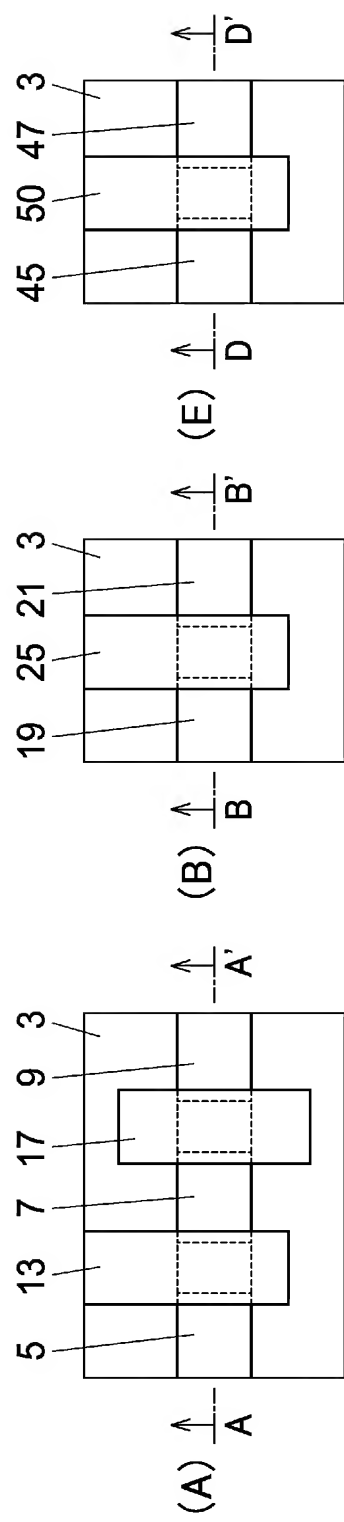


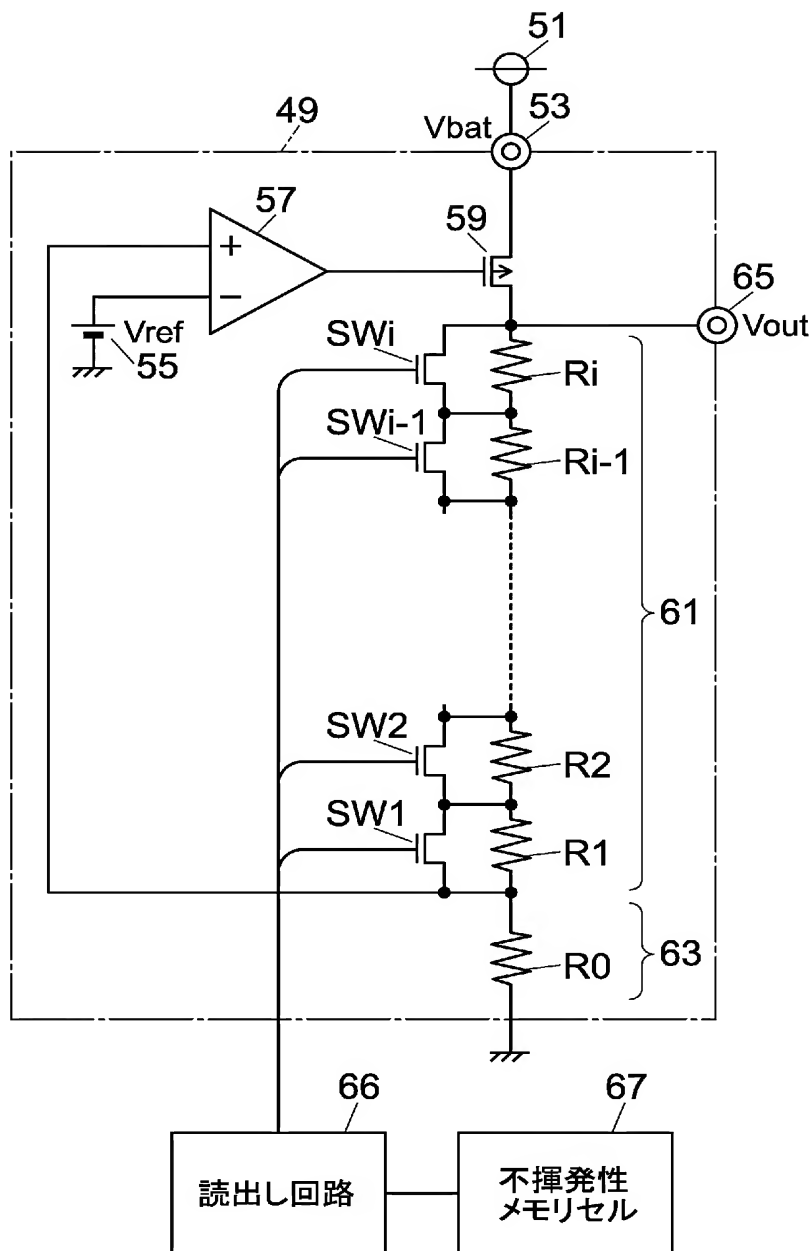


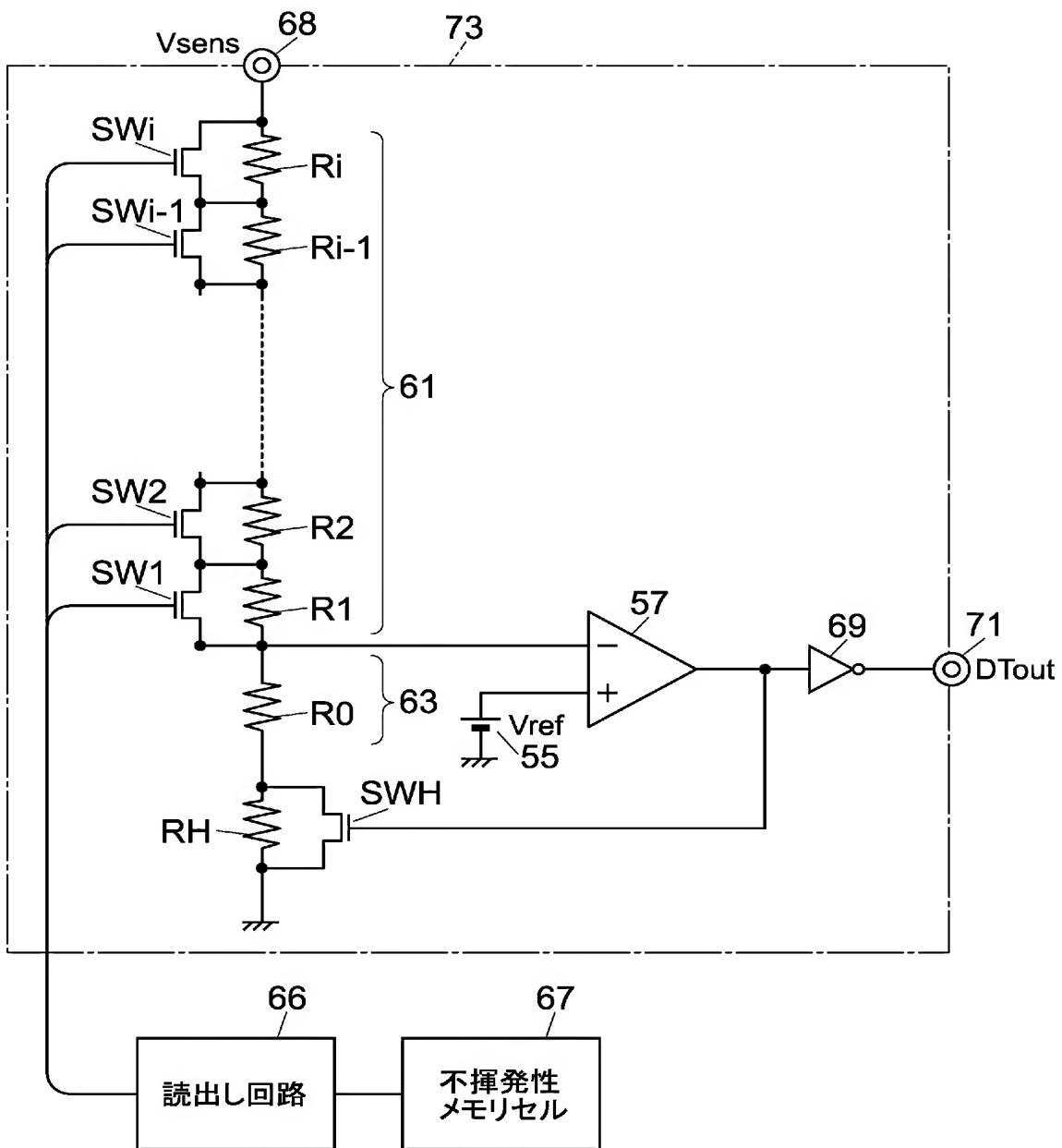




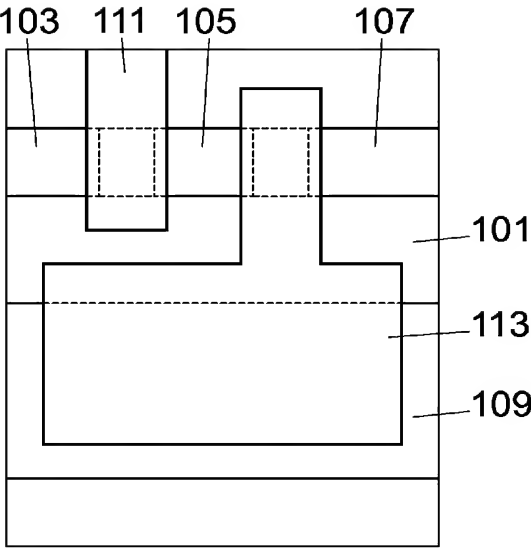




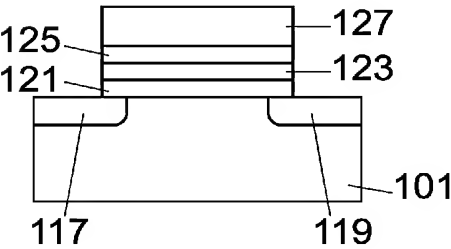




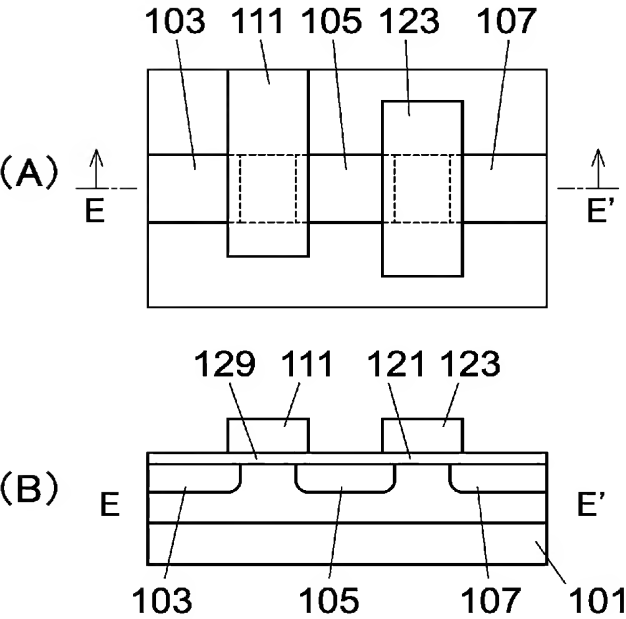
【圖 1 3】



【圖 1 4】



【圖 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 周辺回路ゲート酸化膜の損傷を防止しつつ、メモリトランジスタの良好な書込みを行なうことができる半導体装置を提供する。

【解決手段】 半導体基板 1 上に形成されたメモリゲート酸化膜 1 5 とメモリゲート酸化膜 1 5 上に形成された電氣的に浮遊状態のポリシリコンからなる浮遊ゲート 1 7 をもつメモリトランジスタと、半導体基板 1 上に形成された選択ゲート酸化膜 1 1 とメモリゲート酸化膜 1 1 上に形成されたポリシリコンからなる選択ゲート 1 3 をもちメモリトランジスタに直列に接続された選択トランジスタを備えた不揮発性メモリセルと、半導体基板 1 上に形成された周辺回路ゲート酸化膜 2 3 と周辺回路ゲート酸化膜 2 3 上に形成されたポリシリコンからなる周辺回路ゲート 2 5 をもつ周辺回路トランジスタを備え、メモリゲート酸化膜 1 5 の膜厚は周辺回路ゲート酸化膜 2 3 の膜厚よりも薄く形成されている。

【選択図】 図 1

【書類名】 手続補正書
【整理番号】 200414429H
【提出日】 平成17年 4月12日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2004-372775
【補正をする者】
【識別番号】 000006747
【氏名又は名称】 株式会社リコー
【代理人】
【識別番号】 100085464
【弁理士】
【氏名又は名称】 野口 繁雄
【手続補正1】
【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0 0 4 7
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【0 0 4 7】

図2は、第1実施例のメモリセルをマトリクス配置した場合の一例を示す回路図である。

メモリセルがマトリクス配置されている。

横方向（ワードラインWL方向）に並ぶセル i_0 , i_1 , ... の選択ゲート13は共通のワードラインWL i に電氣的に接続されている。また、P型拡散層5は共通のソースラインSL i に電氣的に接続されている。

縦方向（ビットラインBit方向）に並ぶセル 0_i , 1_i , ... のP型拡散層9は共通のビットラインBit i に電氣的に接続されている。

ここで、 i は0又は自然数である。

【手続補正2】
【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0 0 8 1
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【0 0 8 1】

分割抵抗63はR0により構成される。分割抵抗61は、直列に接続された複数の抵抗値調整用抵抗素子R1, R2, ... R $i-1$, R i を備えている。抵抗値調整用抵抗素子R1, R2, ... R $i-1$, R i に対応してヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, ... SW $i-1$, SW i が並列に接続されている。

【手続補正3】
【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0 0 8 2
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【0 0 8 2】

ヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, ... SW $i-1$, SW i のオンとオフを切り替えるための読出し回路66及び不揮発性メモリセル67が設けられている。読出し回路66の出力は対応するヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, ... SW $i-1$, SW i のゲートに接続されている。不揮発性メモリセル67には複数のメモリセルが配

置されており、ヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, …SWi-1, SWiをオン又はオフする情報が記憶されている。読出し回路66は不揮発性メモリセル67の記憶状態に応じてヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, …SWi-1, SWiをオン又はオフさせる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0085
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【0085】

抵抗値調整用抵抗素子R1, R2, …Ri-1, Riに対応してヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, …SWi-1, SWiが並列に接続されている。ヒューズ用MOSトランジスタSW1, SW2, …SWi-1, SWiに読出し回路66が接続されている。読出し回路66に不揮発性メモリセル67が接続されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0088
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【0088】

電圧検出回路73において、高電圧検出状態では発振防止用抵抗素子RHはオフ状態であり、入力端子68から入力される測定すべき端子の電圧が高く、分割抵抗61と分割抵抗63及び発振防止用抵抗素子RHにより分割された電圧が基準電圧Vrefよりも高いときは演算増幅器57の出力が論理値0を維持し、その出力はインバータ69により反転され論理値1にされて出力端子71から出力される。このとき演算増幅器57の反転入力端子に入力される分割電圧は、

$$\frac{\{(R_0) + (RH)\}}{\{(R_1) + (R_2) \cdots + (R_{i-1}) + (R_i) + (R_0) + (RH)\}} \times (V_{sens})$$

である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0091
【補正方法】 変更
【補正の内容】
【0091】

電圧検出回路73の低電圧検出状態における演算増幅器57の反転入力端子に入力される分割電圧は、

$$(R_0) / \{(R_1) + (R_2) \cdots + (R_{i-1}) + (R_i) + (R_0)\} \times (V_{sens})$$

である。電圧検出回路73を高電圧検出状態するための解除電圧は、低電圧検出状態における演算増幅器57の反転入力端子に入力される分割電圧が基準電圧Vrefよりも大きくなる入力電圧Vsensである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0092
【補正方法】 変更
【補正の内容】

【 0 0 9 2 】

図 1 1 及び図 1 2 に示した実施例において、読出し回路 6 6、基準電圧発生回路 5 5 及び演算増幅器 5 7 を構成する MOS トランジスタ、並びに、ヒューズ用 MOS トランジスタ SW 1, SW 2, \dots SW i - 1, SW i 及び発振防止用ヒューズ用 MOS トランジスタ SW H として、本発明の半導体装置を構成する周辺回路トランジスタが用いられる。ただし、上記の MOS トランジスタの全部に本発明の半導体装置を構成する周辺回路トランジスタが用いられている必要はない。

【 手 続 補 正 8 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書
【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 9 3
【 補 正 方 法 】 変 更
【 補 正 の 内 容 】
【 0 0 9 3 】

図 1 1 及び図 1 2 に示した実施例では、読出し回路 6 6 及び不揮発性メモリセル 6 7 の制御により、ヒューズ用 MOS トランジスタ SW 1, SW 2, \dots SW i - 1, SW i のオンとオフを選択して、分割抵抗 6 1 の抵抗値を調整することができる。これにより、定電圧発生回路 5 3 の出力電圧及び電圧検出回路 7 3 の出力電圧について設定電圧を調整することができる。

【 手 続 補 正 9 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書
【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 9 4
【 補 正 方 法 】 変 更
【 補 正 の 内 容 】
【 0 0 9 4 】

従来の定電圧発生回路及び電圧検出回路では、ヒューズ用 MOS トランジスタ SW 1, SW 2, \dots SW i - 1, SW i、読出し回路 6 6 及び不揮発性メモリセル 6 7 に代えて、抵抗値調整用抵抗素子 R 1, R 2, \dots R i - 1, R i ごとにポリシリコン又は金属材料からなるヒューズが並列に接続され、ヒューズを切断することにより分割抵抗の抵抗値を調整していた。

【 手 続 補 正 10 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書
【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 9 5
【 補 正 方 法 】 変 更
【 補 正 の 内 容 】
【 0 0 9 5 】

図 1 1 及び図 1 2 に示した実施例では、読出し回路 6 6 及び不揮発性メモリセル 6 7 の制御により、ヒューズでは困難であった一度オフ状態にしたスイッチ（ヒューズ用 MOS トランジスタ SW 1, SW 2, \dots SW i - 1, SW i）を再度オン状態にすることができるので、定電圧発生回路 5 3 の出力電圧及び電圧検出回路 7 3 の出力電圧について設定電圧の変更を自由に行なうことができる。

【 手 続 補 正 11 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書
【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 9 6
【 補 正 方 法 】 変 更
【 補 正 の 内 容 】
【 0 0 9 6 】

さらに、不揮発性メモリセル 6 6 への書込みによりヒューズ用 M O S トランジスタ S W 1 , S W 2 , … S W i − 1 , S W i のオン状態又はオフ状態を切り替えることができるので、半導体装置をパッケージに収容した後も、定電圧発生回路 5 3 の出力電圧及び電圧検出回路 7 3 の出力電圧について設定電圧の調整及び変更を行なうことができる。

出願人履歴

0 0 0 0 0 6 7 4 7

20020517

住所変更

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

株式会社リコー